



EVROPSKÁ UNIE
Evropské strukturální a investiční fondy
Operační program Výzkum, vývoj a vzdělávání



Název projektu:

Internacionalizace, spolupráce, inovace, reflexe a evaluace v přípravě budoucích učitelů

Registrační číslo:

CZ.02.3.68/0.0/0.0/19_068/0015764

Toto dílo podléhá licenci Creative Commons 4.0 ve variantě BY-SA

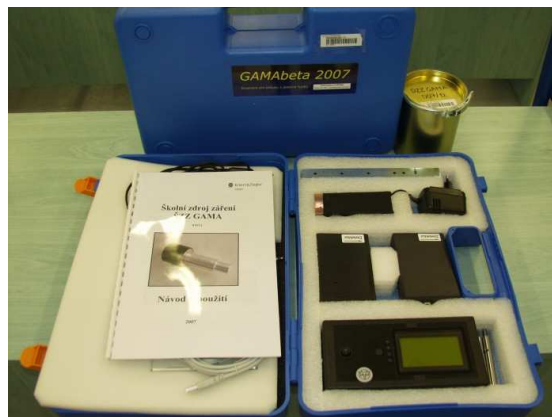


ATOMOVÁ A JADERNÁ FYZIKA

Následující experimenty jsou čerpány z těchto zdrojů a literatury:

1. Návod k soupravě Gamabeta
2. Návod k soupravě EDUpix_FELIX

Souprava gama beta



KONTROLA SPRÁVNOSTI FUNKCE INDIKÁTORU ZÁŘENÍ IRA-SET

POMŮCKY:

Indikátor záření IRA-set
zdroj záření SDZZ-1
dig. čítač
stativ

PROVEDENÍ KONTROLY:

Kontrolujeme kapacitu baterie a základní funkci indikátoru (výstup signálu, hodnotu pozadí, účinnost detekce záření)

KONTROLA BATERIE:

Uchopíme indikátor za širokou část pouzdra vypínačem k palci. Palcem přesuneme vypínač na doraz směrem k barevné diodě. Potom palec přemístíme na tlačítko a stiskneme. Trvale jasné světlo diody a tón zvukového měniče prokazují, že kapacita baterie je ještě dostačující. (Viz příloha Indikátor radioaktivity – IRA)

KONTROLA VÝSTUPU SIGNÁLU:

Ke konektoru na pouzdra indikátoru připojíme digitální čítač impulsů. K úzké části pouzdra (uprostřed) přiložíme potaženou hlavici zdroje záření částí pod červeným bodem, ke kterému musí být přistaveno písmeno B. Jestliže zapnutý čítač vydává digitální informaci a dioda na indikátoru bliká, je výstup signálu v pořádku. (Pozor na možnost nedokonalého kontaktu v obou konektorech!)

KONTROLA VÝSTUPU POZADÍ:

Přesvědčíme se, že zdroj záření SDZZ-1 je uzavřen (červený bod je proti rysce) a odložen alespoň 50 cm od indikátoru. Indikátor ukotvíme do stativu. Připojíme digitální čítač a odstartujeme interval 100 sec. Jestliže napočet impulsů činí 30–60 impulsů za 100 sekund, konstatujeme, že indikátor je v pořádku. (Pozor, aby v blízkosti nebyl jiný zářič!)

KONTROLA ÚČINNOSTI DETEKCE

Indikátor je ukotven ve stativu tak, že jeho pouzdro sleduje dlouhou osu stativu. Do otvoru vedle indikátoru vložíme a kolíkem zaaretujeme SDZZ-1 tak, že k indikátoru směřuje červený bod vedle písmena B. Odstartujeme na čítači měřící interval 100 s. Napočteno by mělo být 300–450 impulsů za 100s.

ZÁVĚR:

Aktivita jednotlivých zdrojů záření není vždy stejná. Pro kontrolu je potřeba používat jen zdroj záření ze soupravy.

ZVUKOVÁ A SVĚTELNÁ SIGNALIZACE PŘÍTOMNOSTI ZDROJE ZÁŘENÍ V DOSAHU CITLIVOSTI INDIKÁTORU IRA-SET

POMŮCKY:

Indikátor záření IRA-set
zdroj záření SDZZ-1
stativ

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Clonu SDZZ-1 natočíme tak, aby červený bod byl proti písmenu B. Pomůcky přehledně rozmístíme na stole.

Názorně předvedeme a pojmenujeme jednotlivé pomůcky. Na předváděcím stole umístíme stativ tak, aby posluchači viděli celou jeho délku. Do velkého otvoru stativu ukotvíme indikátor stranou s vypínačem, tlačítkem a diodou k posluchačům. Do otvoru ve stativu vedle indikátoru vložíme SDZZ-1 tak, jako při kontrole účinnosti detekce. Vyzveme k pozorování a vnímání zvukových a světelných efektů. Zapneme indikátor.

Asi po 30 sekundách vyjmeme SDZZ-1 a vzdálíme ho od indikátoru alespoň o 50 cm. Upozorníme na snížení četnosti efektů. Potom zářič přiložíme výstupem záření těsně k úzké části indikátoru, po chvíli ho znovu odložíme a indikátor vypneme. K dosažení účelu ukázky by mohly postačit 2–3 minuty provozu indikátoru.

ZÁVĚR

Upozorníme žáky, že sledovali přeměnu energie záření na elektrický efekt a ten dále na světlo a zvuk. Detekci záření i jeho vyhodnocování lze ovšem provádět dokonaleji řadou jiných technik.

POZNÁMKY

ZVUKOVÁ A SVĚTELNÁ DEMONSTRACE EFEKTU STÍNĚNÍ DETEKTORU PŘED IONIZUJÍCÍM ZÁŘENÍM

POMŮCKY:

Indikátor záření IRA-set
zdroj záření SDZZ-1
stativ
soubor destiček ze slitiny mědi s tloušťkou
0.25 mm a destičkami z hliníku a olova s
tloušťkou 1 mm.

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na předváděcím stole umístíme stativ s indikátorem natočeným signálkou k posluchačům. Do otvoru ve stativu vedle indikátoru vložíme zdroj záření SDZZ-1. Červený bod na cloně a písmeno B směřuje k indikátoru. Pozici zdroje záření aretuje kuličková západka stativu. Zapneme indikátor a vyčkáme, až Žáci ocení a zapamatují si míru četnosti světelných a zvukových signálů.

Po předchozím upozornění vložíme do drážky mezi zdrojem záření a indikátorem první Cu destičku a postupně k ní přikládáme další. Upozorníme posluchače, že projev zvukového i světelného signálu s tloušťkou stínícího materiálu ubývá. V další části ukázky obnovíme stav detekce záření bez stínících destiček. Potom vložíme do drážky hliníkovou destičku a nakonec olověnou destičku. Poukážeme na efekt vyvolaný druhem materiálu destiček.

VYSVĚTLENÍ:

Absorpce záření je závislá na tloušťce stínícího materiálu, ale i na objemové hmotnosti a na jeho protonovém čísle. Pro ochranu před ionizujícím zářením musí člověk optimálně volit druh materiálu i jeho tloušťku.

POZNÁMKY

UKÁZKA NALEZENÍ SKRYTÉHO ZDROJE ZÁŘENÍ

POMŮCKY:

Indikátor záření IRA-set
zdroj záření SDZZ-1
stativ
list neprůsvitného papíru A4

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na předváděcí stůl položíme stativ. Do jednoho z otvorů vložíme zdroj záření SDZZ-1 červenou značkou a písmenem B k posluchačům. Nearetujeme. Sestavu zakryjeme listem papíru. Uchopíme zapnutý indikátor tak, aby jeho dioda a vypínač směřovaly k posluchačům. Pomalu přesouváme indikátor jeho úzkou částí s detektorem těsně podél krycího listu a stativu. Opakovaně se přesvědčíme o poloze místa s maximální četností záblesků a intenzitou zvuku. V tom místě ponecháme indikátor stát. Po odstranění krycího listu se ukáže, že stojí proti zdroji záření.

VYSVĚTLENÍ:

Přednášející žákům zdůrazní, že i velmi malé množství radioaktivity lze identifikovat a lokalizovat tak jednoduchým zařízením jako je indikátor záření IRA-set s GM trubicí. Praxe má v ČR k dispozici dokonale citlivé detektory, dozimetry, spektrometry a monitory, které mohou poskytnout odborníkům informace natolik přesné, aby mohli využití radioaktivity odpovědně plánovat i bezpečně realizovat.

POZNÁMKY

UKÁZKA FUNKCE RADIONUKLIDOVÉHO HLÁSIČE POŽÁRU

POMŮCKY:

univerzální hlásič požáru ICAS
laboratorní lihový kahánek nebo svíčka
špetka čajových nebo tabákových lístků
lžička nebo ocelová absorpční destička ze soupravy

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Na předváděcím stole zapálíme kahánek nebo svíčku. Nad plamenem na lžičce nebo ocelové destičce nahřejeme špetku čajových nebo tabákových lístků do stavu doutnání. Doutnající zdroj přeneseme na stranu a přidržíme nad ním hlásič. Za malou dobu se ozve velmi ostrý signál. Je-li ho zapotřebí přerušit, stačí ústy profouknout mřížku pouzdra hlásiče.

VYSVĚTLENÍ:

Radionuklidový hlásič (ionizační detektor kouře) obsahuje radioaktivní prvek, typicky americium-241, který ionizuje vzduch v referenční uzavřené komoře a i v komoře otevřené. Kouř změní elektrickou vodivost v otevřené komoře, což lze snadno elektricky rozpoznat. Použití radioaktivního prvku, byť v poměrně zdravotně bezpečném množství a zapouzdření, je ale problematické z hlediska pravidel.

POZNÁMKY

STANOVENÍ ÚROVNĚ POZADÍ V MÍSTNOSTI

vhodné jako laboratorní práce

POMŮCKY:

Indikátor záření IRA-set
zdroj záření SDZZ-1
dig. čítač ŘEP 921
stativ

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Zhodnotíme kolik času je na pokus k dispozici a stanovíme, kolik měření budeme provádět při různých délkách intervalu měření. Respektujeme přitom nahodilou povahu signálu pozadí a nízkou četnost projevů.

Pro účely výuky lze doporučit měřicí interval 100 sec a soubor 10 měření, z těchto hodnot pak vypočteme průměr anebo přistoupíme ke statistickému vyhodnocení.

	P(imp/100s)
1	18
2	25
3	28
4	30
5	30
6	30
7	30
8	35
9	20
10	15
součet napočtu: 261 st. hodnota: 26 imp/100s dne: 11. 11. 2013	

Tab. 1. Příklad tabulky měření pro pokus 3.8. - stanovení úrovně pozadového záření v místnosti

Indikátor ukotvíme do stativu. Připojíme digitální čítač impulsů. Prověříme vzdálení a skrytí SDZZ-1. Vlastní měření lze svěřit některému ze žáků, zatímco probíhá vyučování. Žák si všímá, zda interval měření skončil, zapíše výsledek a odstartuje další měření. Přitom zůstává zapojen do vyučování. Pro školní účel postačí deset odečtu, které lze přepsat na tabuli, vypočíst střední hodnotu pozadí nebo jinak soubor matematicky zpracovat. Příklad výsledkové tabulky je uveden v tab. 1

VYSVĚTLENÍ:

Vysvětlíme, že radioaktivita je přirozenou součástí našeho života. Takřka všechny materiály, včetně lidského těla, obsahují radioaktivní prvky. Z kosmu přilétá kosmické záření. Úroveň záření na daném místě (bez přítomnosti umělého zdroje záření) se nazývá pozadí. Rozpad radioaktivních prvků i přilétání částic kosmického záření jsou jevy nepravidelné, nahodilé. Počet impulsů proto není ve stejných časových intervalech stejný.

POZNÁMKY



ENERGIE ALFA ČÁSTIC

POMŮCKY:

Souprava EDUPix

PŘÍPRAVA

Částicová kamera umí kromě detekce a zobrazení částic určit i energii, kterou částice ztrácí při průletu čipem. Při umístění kurzoru myši nad stopu částice zobrazenou na snímku kamery je zobrazeno, o jakou částici se jedná a jakou měla energii:

Klastr byl klasifikován jako **ALFA** částice
Klastrová energie $E = 3350.3$ keV
Fyzikální klasifikace: **HEAVY BLOB**
[31 161] = 547; Pixelová energie $E = 712.9$ keV; Pixelů 28

Pozn: pro tuto funkci nesmí být zapnut integrační režim.

Kamera umí spojit informace ze sousedních pixelů (bodů kamery) a vyhodnotit nejen jakou energii částice ztratila v pixelu, nad kterým jsme umístili kurzor myši, ale také jaká byla energie ztracená ve všech sousedních pixelech, kterými částice prošla.

V našem případě bylo v čipu pohlceno **3350,3 keV**. Měla-li alfa částice tuto energii, jakou

měla kinetickou energii? Zkusme použít klasický vzorec $E_k = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot v^2$. energii v kilovoltech musíme převést na jouly: vynásobit elementárním nábojem:

$E_k = 3350,3 \text{ keV} = 3350300 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,00000000000053667 \text{ J}$. Rychlost pak

bude
$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00000000000053667}{6,6447 \cdot 10^{-27}}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 1,2701 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$
 Jako

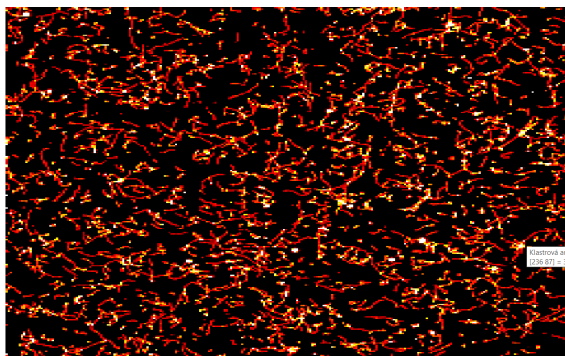
hmotnost (m_0) jsme dosadili takzvanou klidovou hmotnost alfa částice (hmotnost naměřenou když se částice nepohybuje).

Na rozdíl od beta částic, které se pohybují rychlostí blízkou rychlosti světla jsou alfa částice relativně pomalé (jednotky procent rychlosti světla). Neuděláme tedy chybu, spočítáme-li rychlost klasickým vzorcem. Pro více detailů prostudujte úlohu „Pozorování energie beta částic“.

PROVEDENÍ:

Detektor FITPix připojte do posuvného stojanu a stojan USB kabelem k PC

Spusťte obslužný SW FELix



V menu SW FELix zvolte [úlohu](#) “Energie alfa částic”

Parametry se nastaví takto: Akviziční doba (doba otevření závěrky): 0,1 s, počet snímků: 200, Integrační režim: Ano, Automatický režim: Ne, Max úroveň: 100

Přibližte vzorek uranového skla co nejblíže k detektoru

Spusťte a nechte proběhnout měření

Měření může dopadnout například viz. obrázek.

Opakujte měření, dokud nezachytíte alespoň jednu alfa částici

Vypněte integrační režim a pomocí posuvné lišty označené „Číslo obrázku“, naleznete snímek s alfa částicí

Umístěte kurzor nad stopu alfa částice a odečtěte klastrovou energii (energii absorbovanou v čipu při průletu částice)

Energii dosadte do výše uvedeného vzorce, nebo doprovodného listu pro tabulkové editory Porovnejte získanou rychlost částice s jinými Vám známými rychlostmi (rychlostí světla, rychlostí oběhu Země kolem Slunce, rychlostí beta částic apod.)

Jak dlouho by částici trvalo, než by dolétla například ze Slunce na Zem – uvažujte vzdálenost $150 \cdot 10^6 \text{ km}$.

VYSVĚTLENÍ:

Alfa částice vzniklé při rozpadech v uranovém skle jsou oproti vzniklým beta částicím pomalé (jednotky procent rychlosti světla). Porovnejte výsledky tohoto měření a měření rychlostí beta částic.

POZNÁMKY

ENERGIE BETA ČÁSTIC

POMŮCKY:

Souprava EDUPix

PŘÍPRAVA:

V našem případě bylo v čipu pohlceno . Měla-li beta částice tuto energii jakou

měla kinetickou energii? Zkusme použít klasický vzorec $E_k = \frac{1}{2} \cdot m_0 \cdot v^2$. Energii v kilovoltech musíme převést na jouly: vynásobit elementárním nábojem:

$E_k = 189,4 \text{ keV} = 189400 \cdot 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 0,00000000000003034 \text{ J}$. Rychlost pak

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_k}{m_0}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0,00000000000003034}{9,1 \cdot 10^{-31}}} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \doteq 2,58 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}.$$

bude Jako hmotnost (m_0) jsme dosadili takzvanou klidovou hmotnost elektronu (hmotnost naměřenou když se částice nepohybuje).

Je takto spočtená energie správně spočtenou energií? Při podrobnějším rozboru se ukazuje, že nikoli. Částice se pohybuje rychlostí odpovídající cca 86 % rychlosti světla a měli bychom

tak využít poznatků z teorie relativity.

Tady je pak potřeba použít relativistický vzorec pro kinetickou energii:

$E_k = E_{\text{celková}} - E_{\text{klidová}}$. Bez dalších detailů dosadíme za jednotlivé členy:

$$E_k = \frac{m_0 \cdot c^2}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - m_0 \cdot c^2$$

a vyjádříme rychlost

$$v = c \cdot \frac{\sqrt{\left(1 + \frac{E_k}{m_0 \cdot c^2}\right)^2 - 1}}{\left(1 + \frac{E_k}{m_0 \cdot c^2}\right)^2} = c \cdot \sqrt{1 - \frac{1}{\left(1 + \frac{E_k}{m_0 \cdot c^2}\right)^2}}$$

Rychlost po dosazení vyjde $2,05 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Rozdíl klasicky a relativisticky spočítané energie je značný (26 %).

PROVEDENÍ:

Detektor FITPix připojte do posuvného stojanu a stojan USB kabelem k PC

Spusťte obslužný SW FELix

V menu SW FELix zvolte úlohu "Energie beta částic"

Parametry se nastaví takto: Akviziční doba (doba otevření závěrky): 0,1 s, počet snímků: 20,

Integrační režim: Ano, Automatický režim: Ne, Max úroveň: 100

Přiblížte vzorek uranového skla co nejblíže k detektoru

Spusťte a nechte proběhnout měření.

Měření může dopadnout například takto:

Vypněte integrační režim a pomocí posuvné lišty označené „Číslo obrázku“, naleznete snímek s beta částicí

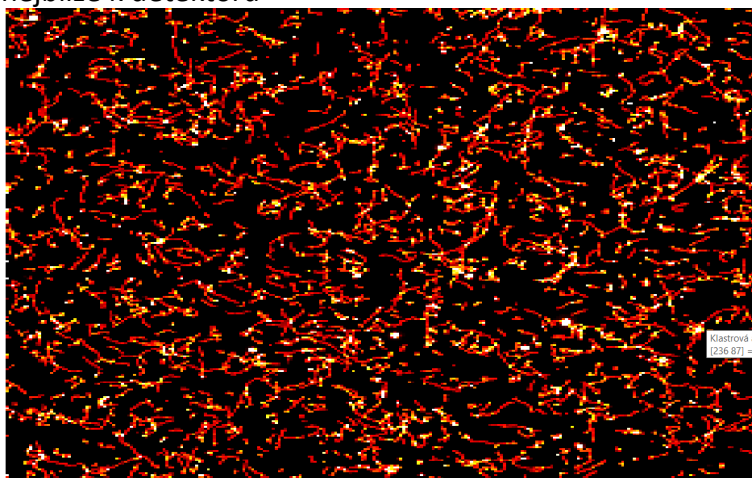
Umístěte kurzor nad stopu beta částice a odečtěte klastrovou energii (energii absorbovanou v čipu při průletu částice)

Energii dosadte do výše

uvedeného vzorce, nebo doprovodného listu pro tabulkové editory

Porovnejte získanou rychlost částice s jinými Vám známými rychlostmi (rychlostí světla, rychlostí oběhu Země kolem Slunce apod.)

Jak dlouho by částici trvalo, než by dolétla například ze Slunce na Zem – uvažujte vzdálenost $150 \cdot 10^6 \text{ km}$



VYSVĚTLENÍ:

Beta částice vzniklé při rozpadech v uranovém skle jsou velmi rychlé částice a jejich rychlost z kinetické energie je nutné počítat pomocí relativistických vzorců. Vzorce z klasické fyziky nepřinášejí korektní výsledky.

POZNÁMKY

JEDNODUCHÉ EXPERIMENTY

HMOTNOST FAZOLIA

POMŮCKY:

Směs různých druhů fazolí (alespoň 3 druhy)
Přesnou kuchyňskou váhu

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Atomy jednoho prvku se vyskytují v různých variantách – tzv. **izotopech**. Naše fazole teď představují jednotlivé atomy prvku „fazolia“ a jak vidíme, naše „fazolium“ má také izotopy, atomy několika různých druhů.

Náš první úkol bude určit průměrnou hmotnost jednoho atomu „fazolia“. Zvažte celou fazolovou směs a získaný údaj vydělte počtem fazolí.

V druhém kroku se zaměříme na izotopové složení „fazolia“. Spočítejte počet kusů fazolí každého druhu a určete jeho zastoupení ve směsi v procentech.

Teď nám zbývá ještě určit hmotnost každého typu atomu „fazolia“. Vážení jedné fazole by bylo na kuchyňských vahách velmi nepřesné. Pečlivě odpočítejte např. 100 kusů daného typu, zvažte je a výsledek vydělte 100. Tím získáte hmotnost jedné fazole. Získané údaje doplňte do předchozí tabulky.

Porovnejte průměrnou hmotnost jednoho atomu „fazolia“ a hmotnosti fazolí jednotlivých typů. Je velmi nepravděpodobné, že by se průměrná hmotnost rovnala hmotnosti jedné fazole některého druhu.

A úplně stejně to dopadne i s atomy. Jak jsme si již řekli, skoro každý prvek má atomy několika různých druhů – tzv. **izotopů**, které se liší v tom, kolik je v jádře neutronů. Protonů mají všechny atomy daného prvku stejně. To znamená, že relativní hmotnost každého typu atomu (každého izotopu) je opravdu velmi blízká celému číslu. V přírodě se však prvky vyskytují ve směsi svých izotopů, a proto stejně jako u fazolí se průměrná hmotnost atomu tohoto prvku liší od hmotnosti jednotlivých typů. Takže průměrná relativní hmotnost atomu uvedená v tabulkách vůbec nemusí být celé číslo.

ZÁVĚR:

Ve skutečnosti je hmotnost jádra trochu menší, než by odpovídalo součtu hmotností protonů a neutronů, které ho tvoří. Kousek hmotnosti se totiž přemění na energii, která jádro drží pohromadě (na vazbovou energii). Velikost tohoto hmotnostního úbytku je menší než setina hmotnosti jádra, proto celkovou hmotnost atomu příliš nezmění. Dá se ale dobře využít v jaderných elektrárnách.

POZNÁMKY:

ROZPAD ČOČKY

POMŮCKY:

velký počet plochých předmětů (alespoň 200 kusů), které mají nějakým způsobem odlišené strany – velmi dobře funguje čočka, pokud si na jednu stranu zrníček uděláte lihovou fixou tečky, ale můžou to být např. mince, žetony z nějaké hry, můžete si nastříhat čtverečky (nebo kolečka) z kartónu, lentilky M&M (mají vyražený nápis na jedné straně) – tyto předměty budou představovat naše nestabilní atomová jádra
krabice nebo sáček, ve kterém půjde tyto předměty dobře promíchat
tužku a papír pro zaznamenávání výsledků

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Nejprve je třeba se rozhodnout, která strana našich předmětů bude představovat původní a která přeměněná jádra. Např. jestliže čočka leží tak, že je vidět strana, na které je udělána tečka, znamená to, že toto „jádro“ se přeměnilo, v opačném případě se jedná o původní jádro.

Vložíme všechny předměty do krabice nebo sáčku a pořádně zatřepeme. Potom předměty vysypeme na stůl. Pohledem na naše „jádra“ vidíme, že některá se „přeměnila“ a některá ne. Pokud jsme jádra opravdu dobře protřepali, tak pravděpodobnost, že se nějaké jádro přemění nebo ne, je stejně velká. To znamená, že by v naší „hromadě“ měla být zhruba polovina jader původních a polovina již přeměněná.

Jedno protřepání tedy představuje jeden poločas přeměny (přeměnila se polovina jader). Teď pečlivě spočítáme, kolik jader se přeměnilo, a kolik jich ještě zbývá. Jejich počty si zapíšeme do následující tabulky. Odstraníme přeměněná jádra, protože ta se už dále rozpadat nemohou. Vezmeme nerozpadlá jádra a zopakujeme s nimi celý postup – protřepeme v krabici, vysypeme, spočítáme a odstraníme přeměněné. To byl druhý poločas přeměny. Takto budeme postupovat, dokud se nepřemění všechna jádra. Pokud by připravená tabulka byla krátká, přidejte si další řádky.

Teď si získané hodnoty vyneseme do grafu. Na vodorovnou osu budeme vynášet pořadí hodů a na svislou osu počet zbývajících nepřeměněných jader. Do grafu na obrázku jsme nakreslili i křivku, kterou předpovídá teorie. Vaše získané hodnoty se od této křivky mohou odlišovat – to je normální. Čím více jader je na počátku experimentu, tím jsou odchylky menší.

ZÁVĚR

Z našeho modelového experimentování můžeme udělat několik závěrů o chování přeměňujících se jader: Za dobu, které se říká poločas přeměny, se přemění přibližně polovina z jader, která jsme měli na začátku této doby.

V našem experimentování představovalo jedno promíchání, vysypání a spočítání čočky jeden poločas přeměny bez ohledu na to, jak dlouho tento krok trval.

A nejspíš každý krok trval i různou dobu. Při skutečné radioaktivní přeměně jader je ale poločas přeměny pořád stejně dlouhý. Pokud se podíváte do tabulek, zjistíte, že pro skutečné nestabilní prvky mají poločasy přeměny velmi různé hodnoty. Některé prvky se přeměňují velmi rychle, poločas přeměny je roven zlomkům sekundy. Některé naopak velmi pomalu a jejich poločasy přeměny jsou tisíce let.

POMŮCKY:

ŠTĚPENÍ JÁDRA

POMŮCKY:

malou skleničku

vodu

čirý (průhledný) alkohol (např. líh)

čajovou lžičku

příborový nůž

PŘÍPRAVA A PROVEDENÍ:

Gravitaci „zrušíme“ tak, že kapku oleje necháme vznášet v jiné kapalině. Vhodnou kapalinu si připravíme smícháním vody a alkoholu. Sklenici naplňte do poloviny alkoholem a potom doplňte do 2/3 jejího objemu vodou. Opatrně zamíchejte. Čistou lžičku naplňte olejem, přiblížte ji těsně nad hladinu a opatrně ji naráz vyklopte do kapaliny. Pokud jste měli velké štěstí, tak se vám teď ve sklenici vznáší krásná kulička oleje. Je ale mnohem pravděpodobnější, že kulička klesla ke dnu nebo naopak vystoupala k hladině. Pokud je olej u dna, přilijte opatrně trochu vody, pokud naopak plave při povrchu, přidejte trochu alkoholu. Postupným přidáváním vody nebo alkoholu po chvíli docílíte, že se olej opravdu bude vznášet ve sklenici.

Jakmile máme připravené naše experimentální „jádro“, můžeme ho začít štěpit a následně slučovat. Pozorujte, jak se jádro protahuje, když se ho snažíme nožem rozštěpit, a jak se každé nové jádro rychle zakulatí.

ZÁVĚR

Při vysvětlování některých jevů si fyzici představují jádro jako kapku. Stejně jako olej nebo voda je i tato modelová jaderná kapalina nestlačitelná a má povrchové napětí, které je příčinou kulatosti jádra. Tato představa se ukázala jako vhodná pro vysvětlení celkové energie jádra nebo mechanismu štěpení jádra, ale některé jevy (např. jaderné záření) vysvětlit nedokáže.

POMŮCKY

Koule má nejmenší povrch ze všech prostorových útvarů se stejným objemem.